

⑬日本国特許庁(JP)

⑭特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭54-119336

①Int. Cl.<sup>2</sup>  
B 22 D 37/00  
B 22 D 11/14

識別記号 ③日本分類  
11 C 1  
11 B 091

庁内整理番号 ④公開 昭和54年(1979)9月17日  
7225-4E  
6769-4E

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭溶鋼通路のスラグ検知装置

①特 願 昭53-27009  
②出 願 昭53(1978)3月8日  
②発 明 者 児玉正範  
倉敷市田之上字高後1060の5  
同 山崎順次郎  
倉敷市鶴の浦2の3  
同 川上正修  
東京都板橋区中台町1の54の16

②発 明 者 田口勝美  
東京都板橋区板橋4の28の1  
①出 願 人 川崎製鉄株式会社  
神戸市葺合区北本町通1丁目1  
番28号  
同 原電子測器株式会社  
東京都板橋区桜川一丁目5番7  
号  
④代 理 人 弁理士 鶴沼辰之 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

溶鋼通路のスラグ検知装置

2. 特許請求の範囲

(1) 励磁コイルにより溶鋼中に誘起される渦電流の変化を利用して、溶鋼通路中のスラグを検出する溶鋼通路のスラグ検知装置において、励磁コイルに定電流の交流を印加すると共に、検知コイルに誘起される信号電圧を負荷電流を流さない様に検出するようにしたことを特徴とする溶鋼通路のスラグ検知装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、励磁コイルにより溶鋼中に誘起される渦電流の変化を利用して、溶鋼通路中のスラグを検出する溶鋼通路のスラグ検知装置に係り、特に、溶鋼の鋳込み終了時近くに取鍋等から流出する溶鋼とスラグとを判別してスラグの自動検知を行なうに好適な、溶鋼通路のスラグ検知装置に関する。

一般に、取鍋等から鋳型に溶鋼を注入する場合

に、スラグの混入を防止する必要があるが、特に鋳込み終了時においては、取鍋内にスラグのみが残存するため、これらが鋳型に注入されないように極力注意しなければならない。一方、連続鋳造における介在物は、特に最近のように鋼種が拡大されるにつれ重要な問題になつてきている。例えば、石油、天然ガス等のラインパイプ材においては、この要求度が高く、数mmの非金属介在物が溶接性を阻害し、品質欠陥となり、素材段階でUT欠陥が発生したりしている。これらの鋼種の特徴は、アルミニウム溶融量が大であるという点にあり、アルミニウム特有の大気酸化がアルミナクラスターとなり、鋼の清浄度を落とすことになる。このため、最近の連続鋳造設備においては、鋳込み中の空気酸化による溶鋼汚染を防止し、品質向上を計る目的で、取鍋とタンディッシュの間に浸漬ノズルを使う無酸化鋳込み方式が採用されている。しかし、この浸漬ノズルを使う注入法においては、溶鋼を大気から隔絶する密閉型の取鍋を用いているため、溶鋼を注入する状態を作業者

が外部から観察することができない。従つて、鋳込み末期に密閉を開放して、注入流を大気にさらし、肉眼でスラグの流出を確認しない限り、大量のスラグがタンディッシュに流出してしまうことがあるという問題があつた。このようなことであると、浸漬ノズルを使つて非金属介在物の銅への流入を防止する目的が逆効果になつてしまう。

このような注入終了時の、浸漬ノズルにおける取銅からタンディッシュ間のスラグ流出を検出する方法としては、既に、特開昭49-1430号、特公昭51-31099号、或いは、特開昭51-112433号等において提案されている方法がある。特開昭49-1430号、或いは特公昭51-31099号に提案されている方法は、溶銅とスラグの導電率の差を、ノズルの流下道を輪内に納めるとく配置された検知コイルのインピーダンス変化によつて検知するものであるが、コイルの耐熱上或いはノズルの構造上、コイル径は、注入流の径より3~5倍程度にしなければならず、導電率の差によるインダクタンスの変化はそれほ

特開昭54-119336(2)

ど大きくないため、測定手段の精度を維持するのが困難であるという問題があつた。即ち、高温状態における溶銅とスラグの導電率の差は、 $10^4$ 程度の差があり顕著であるが、これをコイルのインダクタンスの差だけで取り出すと、 $10^{-1}$ 程度の差しかなく、検出するのが困難である。

一方、特開昭51-112433号に提案される方法は、溶銅とスラグの導電率の差を、ノズルの流下道を輪内に納めるとく配置された検知コイルに交流電流を流して、該検知コイルの $Q$ 値 $(= \frac{\omega L}{R})$  (ここで $\omega$ は角周波数、 $L$ はコイルのインダクタンス、 $R$ はコイルの抵抗)の変化から検出するものである。この方法であると、適正なコイル共振周波数を選ぶことにより、臨界周波数 $f_g (= \frac{1}{2\pi \times \sigma \times \mu r^2})$  (ここで $\sigma$ は導電率、 $\mu$ は透磁率、 $r$ はコイル半径)の変化に対する $Q$ 値は、 $10^2$ のオーダーの差で検出できるため、感度の良い検出が可能である。しかし、特殊な $Q$ 値を測る方法は、信号の安定性、検出回路の複雑さの点で問題がある。更に、前記例において提案されてい

る検出方法では、コイルの $Q$ 値(インピーダンス)を直接測定する方式をとつているために、コイルの温度ドリフトの影響をまともに受け、そのまゝでは実用化するのは困難である。

また、前記3者に共通する欠点として、

(1) 検知コイルが貫通型であるため、鋳込み作業開始前に、予め、検知コイルをノズルに装着・固定配置しておかねばならないが、検知コイルを連続鋳造注入デッキにセットすることが極めてわずらわしく、スラグの検出に要する時間は最後のわずか数秒間のため非常に作業性が悪い。また、検知コイルが鋳込み開始からスラグ検出までの1時間余りの長時間に渡つて高熱の悪環境にさらされるため、常時冷却しなければならず、装置の耐久性にも問題があり、実用性に乏しい。更に、(2) 貫通型検知コイル1個によるインピーダンス又は $Q$ 値の絶対測定による従来法は、検知コイルがノズル等からの放射熱によるコイル温度の上昇等のため、絶対測定である測定値がドリフトしてスラグ検出に大きな外乱を与え、正確さを失う。これ

を回避するには測定中に刻々と変化する基準零点を目視によつて常時追跡し、調整補正を行なわねばならない。また、(3) 検出コイルの冷却方法としては、水を使用する方法が最も容易な方法の1つとして考えられるが、高温の溶銅中に漏水する等の恐れがあるため、水蒸気爆発による設備の損傷や、人身事故等の災害等を引き起こす危険を有するので、実用的には望ましくない、等の欠点を有する。

本発明は、前記従来の欠点を解消するべくなされたもので、周囲温度の影響を受けることなく、安定したスラグ検知が可能な溶銅通路のスラグ検知装置を提供することを目的とする。

本発明は、励磁コイルにより溶銅中に誘起される渦電流の変化を利用して、溶銅通路中のスラグを検出する溶銅通路のスラグ検知装置において、励磁コイルに定電流の交流を印加すると共に、検知コイルに誘起される信号電圧を負荷電流を流さないように検出するようにして、前記目的を達成したものである。

以下図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。本実施例は、第1図に示すごとく、溶鋼10及びスラグ12が収容される取鍋14と、該取鍋14の底面に配設された、シリンダ15により開閉される、例えばターレット方式の開閉機構を有する溶鋼流制御ゲート16と、該溶鋼流制御ゲート16及び、例えば、グラフアイト等で形成された浸漬ノズル18を介して溶鋼が注入されるタンディツシユ20と、該タンディツシユ20底面に配設されたモールドノズル22を介して流入される溶鋼を鑄込むモールド24とを備えた従来の連続鑄造設備に使用されるもので、前記浸漬ノズル18に装着される、プローブコイル30と、該プローブコイル30を必要に応じて水平動させる水平駆動機構32と、プローブコイル30内の励磁コイルに信号電圧を印加すると共に、同じくプローブコイル30内の検知コイルに誘起される信号電圧を処理する信号回路34とから構成される。

前記プローブコイル30には、第2図及び第3

図に示すごとく、それぞれ対になつた励磁コイル40Aと検知コイル42A及び励磁コイル40Bと検知コイル42Bが、C字型フレーム44の先端近傍に、各対の磁束中心が、溶鋼流下方向にオフセット状態となるよう、2対格層されている。各対においては、その励磁コイルと検知コイルの磁束中心が一致するようにされ、溶鋼流下方向といずれも垂直方向になるようにされている。C字型フレーム44は、例えばオーステナイト系ステンレス鋼材等の金属から形成されており、その中央部にフレームの支持移動用レバー46が固定されている。このレバー46は、前記水平駆動機構32に連結され、C字型フレーム44を水平方向に移動する。C字型フレーム44の内周面及び外周面には、セラミックファイバー等の耐熱性と断熱作用を持つた無機質断熱材48で包囲されており、また、その内盤には、更に、ペースト状の断熱材50が塗布されている。このペースト状断熱材50は、フレーム内壁から検知コイル巻線表面までの中間におけるフレーム側からの2次的熱放

射を減少防止している。また、ペースト状断熱材50と検知コイル42間の空間には、互いに電気的伝導を有しないように、相互の重複接触面箇所に無機質材を用いて絶縁された網目状金属52が複数個ジグザグ状に配置されている。この網目状金属52のフレーム内壁と対向する面は、鏡面的に熱線を反射させ得るようになっている。C字型フレーム44には、また、冷却用の窒素ガス供給管54及び排出管56が接続されている。

前記水平駆動機構32は、レバー46の後端に形成されたラックギヤ60と、該ラックギヤ60と噛合するピニオンギヤ62と、該ピニオンギヤ62を回転駆動するモータ64とから構成される。

前記信号処理回路34は、第4図に示すごとく、交流電源70と、直列接続された励磁コイル40A、40Bに流れる電流を定電流化するための定電流駆動出力増幅器72と、検知コイル42A、42Bにそれぞれ接続された、入力インピーダンスがほぼ無限大の増幅器74A、74Bと、増幅器74A、74B出力に差動増幅するためのブリッジ回路

76と、該ブリッジ回路76出力を増幅する増幅器78と、該増幅器78出力を出力信号化する検波器80とからなる。82、84は、ブリッジ回路76を構成する抵抗器、86、88は、同じく可変抵抗器である。

以下作用を説明する。まず鑄込み中間時点においては、水平駆動機構32のモータ64により、C字型フレーム44を後退させておき、プローブコイル30が浸漬ノズル18の熱影響を受けないようにしておく。鑄込み終了時点が近づいた場合には、水平駆動機構32によりプローブコイル30を前進させ、浸漬ノズル18中の溶鋼10と、励磁コイル40A、40B、検知コイル42A、42Bとの相対位置関係が、第2図に示すような正対位置になるようにする。この状態で励磁コイル40A、40Bを、信号処理回路34の交流電源70及び定電流駆動出力増幅器72により励磁すると、浸漬ノズル18中の溶鋼に一定の誘導電流が発生し、該誘導電流によつて決まる一定量の信号電圧が検知コイル42A、42Bに誘起される。

浸漬ノズル18中の溶鋼10がスラグ12に変化すると、励磁コイル40により誘起される渦電流量が変化するため、検知コイル42A、42Bに誘起される信号電圧も変化する、この変化は、信号処理回路の増幅器74A、74B、ブリッジ回路76により差動増幅され、検波器80により検波されて溶鋼からスラグへの変化状態が確実に把握される。信号処理回路34出力により浸漬ノズル18中の溶鋼10がスラグ12に変わったことが検知されると、シリンダ15により溶鋼流制御ゲート16が閉とされると共に、水平駆動機構32によりプローブコイル30が再び後退され、プローブコイル30に無用の熱影響が及ぶ事が防止される。

本実施例においては、励磁コイル定電流の交流を印加すると共に、検知コイルに誘起される信号電圧を、入力抵抗がほぼ無限大の増幅器を用いて負荷電流を流さないように検出するようにしたので、励磁コイルの温度変化によるインピーダンス変化があつても、磁界発生用の電流が一定に保た

特開昭54-119336(4)  
れるため、溶鋼或いはスラグ内に発生される磁界は一定となる。また、負荷即ち溶鋼やスラグ等渦電流損失に差を生ずるような条件変化があつても発生する磁界を一定に保つことができる。更に、検出コイルに誘起された電圧は、負荷電流が流されないため、温度によるコイルの抵抗変化の影響を受けずに取り出すことができ、従つて、温度影響が極めて少ない。

又、本実施例においては、励磁コイルを直列接続して、単一の定電流交流電源装置により駆動するようにしているため、経済的である。なお、必ずしもすべての励磁コイルを単一の定電流交流電源装置で駆動する必要はなく、それぞれのコイルにそれぞれ定電流交流電源装置を設置することも勿論可能である。

更に、本実施例においては、励磁コイル及び検知コイルを、共に、放射熱を遮断するための網目状金属が装入され、内部を冷却用ガス体または液化ガスが流通するようにされた、C字型フレーム内に収納するようにしたので、冷却媒体として

危険な水を使用する必要がなく、かつ高い冷却効果を得ることが可能である。即ち、液化ガスによる放射熱の反射・吸収作用によらないガス体をキャリアーとした熱交換冷却吸収の不十分さが、網目状金属により十分補われるため、ガス体による簡便な、且つ、より安全な冷却が可能である。

なお前記実施例においては、検知コイル及び励磁コイルが2対使用され差動接続されているため、溶鋼通路中のスラグ検知を確実に行なうことが可能である。

以上説明した通り、本発明は、励磁コイルにより溶鋼中に誘起される渦電流の変化を利用して、溶鋼通路中のスラグを検出する溶鋼通路のスラグ検知装置において、励磁コイルに定電流の交流を印加すると共に、検知コイルに誘起される信号電圧を負荷電流を流さないように検出するようにしたので、周囲温度等によるコイルの抵抗変化の影響を受けずに、安定してスラグ検知が可能であるという優れた効果を有する。

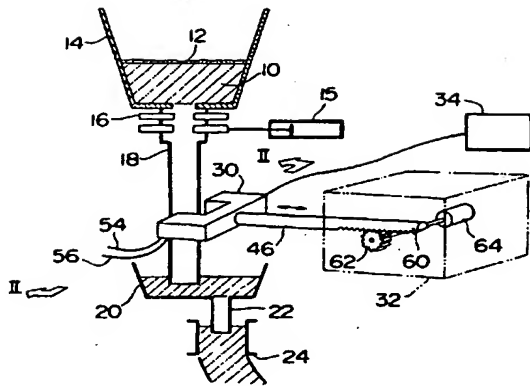
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る溶鋼通路のスラグ検知装置の実施例を連続製造設備にセットした状態を示す一部断面図を含む斜視図、第2図はスラグ検知用プローブコイルを浸漬ノズルへ装着した状態を示す、第1図のI-I線に沿う断面図、第3図は、同じく側面図、第4図は、前記実施例における信号処理回路を示すブロック線図である。

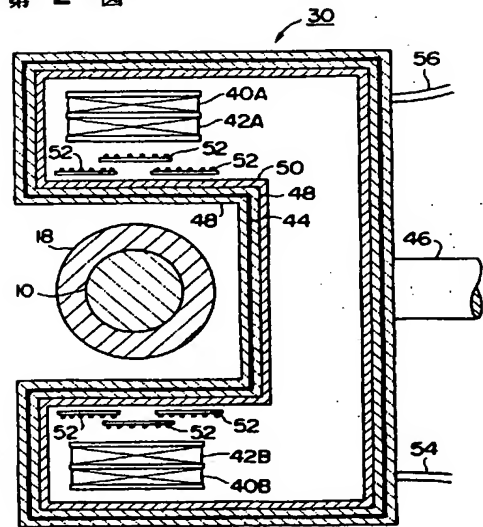
- 10…溶鋼、12…スラグ、
- 14…取鍋、18…浸漬ノズル、
- 20…タンディッシュ、24…モールド、
- 30…プローブコイル、32…水平駆動機構、
- 34…信号処理回路、
- 40A、40B…励磁コイル、
- 42A、42B…検知コイル、
- 44…C字型フレーム、70…交流電源、
- 72…定電流駆動出力増幅器、
- 74、78…増幅器、76…ブリッジ回路、
- 80…検波器。

代理人 鶴 沼 辰 之  
(ほか3名)

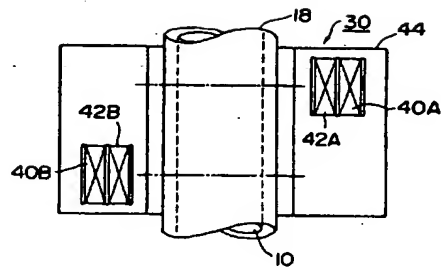
第 1 図



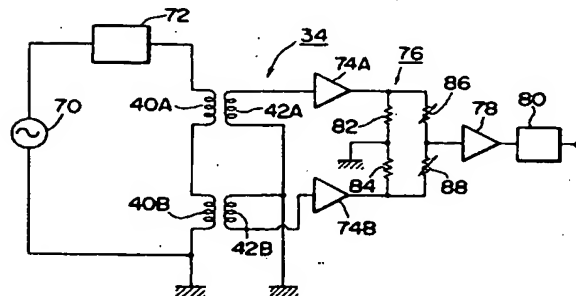
第 2 図



第 3 図



第 4 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)